

PENDIDIKAN SAINS, TEKNOLOGI DAN MASYARAKAT

Seth b. Sulaiman
Fakulti Pendidikan
Universiti Teknologi Malaysia

ABSTRAK: Evolusi sains iaitu Penginstitusian Sains (*Institutionalization of Science*) pada awal kurun ke-17, Pemakaran Sains (*Professionalization of Science*) pada akhir kurun ke-17 hingga kurun ke-19 dan Pemasyarakatan Sains (*Socialization of Science*) pada kurun ke-20 telah mempengaruhi pembentukan dan matlamat kurikulum pendidikan sains di sekolah menengah dan pusat pengajian tinggi. Pemakaran Sains sebagai contoh telah menjadikan matlamat pembentukan kurikulum sains tahun 1960an dan 1970an sebagai menghasilkan saintis dan ahli teknologi. Perang Dunia Kedua merupakan satu peristiwa sosial yang memaksa sains berinteraksi semula dengan masyarakat (pemasyarakatan). Pendidikan Sains, Teknologi dan Masyarakat adalah satu Model Kurikulum yang sedang hebat diperkatakan bagi memenuhi dua fungsi pendidikan sains iaitu menghasilkan saintis dan juga warganegara yang literat dalam sains. Namun demikian masih banyak isu-isu kurikulum yang perlu diselesaikan. Pendidikan Sains, Teknologi dan Masyarakat menyahut seruan “sains untuk semua” yang bermula pada tahun 1980an sehingga masa kini.

PENGENALAN

Ahli-ahli pendidikan belum mencapai kata sepakat tentang komponen-komponen yang sepatutnya membentuk kurikulum Pendidikan Sains Teknologi dan Masyarakat (STM). Namun demikian ramai di kalangan ahli pendidikan sains yakin bahawa Kurikulum STM jika dapat dilaksanakan merupakan satu kurikulum yang serba lengkap dan yang unggul bagi alaf baru (Aikenhead dan Solomon, 1994), dan dijangka dapat meningkatkan lagi literasi sains dan teknologi di kalangan ahli-ahli masyarakat. Dengan ciri-cirinya yang pelbagai pembentukan kurikulum pendidikan STM di negara maju telah menarik minat pelbagai pihak seperti ahli sejarah, jurutera, doktor perubatan, ahli politik, ahli-ahli alam sekitar dan saintis. Di negara seperti Britain, Amerika syarikat, Kanada dan Australia STM merupakan satu mata pelajaran kurikulum yang diperkenalkan di sekolah dan di Pusat Pengajian Tinggi. Namun demikian bagi menghasilkan Model Kurikulum STM yang unggul masih banyak masalah dan isu kurikulum seperti tenaga

PENDIDIKAN SAINS, TEKNOLOGI DAN MASYARAKAT

pengajar, objektif dan penekanan kurikulum yang perlu dihalusi bagi memastikan kejayaan kurikulum tersebut.

Apakah itu Sains dan apakah itu Teknologi?

Adakah sains dan teknologi itu sama atau merupakan dua disiplin yang berbeza? Kamus Oxford Edisi Ke Empat 1989 (Cowie et.al. 1989) memberi definisi sains sebagai satu cabang pengetahuan yang tersusun diperolehi melalui pemerhatian dan pengujian fakta tentang alam semula jadi. Ziman (1984) ialah seorang ahli sejarah sains telah membuat takrif-takrif sains yang berlainan mengikut aspek-aspek sains yang tertentu. Jika sains ditakrifkan sebagai “alat untuk menyelesaikan masalah” ia memperlihatkan aspek instrumen yang berhubung rapat dengan teknologi. Jika sains ditakrifkan sebagai satu “pengetahuan terurus” ia memperlihatkan ciri kearkiban yang mana dapatan kajian terhadap kejadian semula jadi yang dihasilkan melalui penyelidikan diterbitkan dalam buku-buku dan jurnal-jurnal untuk pembacaan umum. Dari aspek falsafah, sains menekankan pengkaedahan sains yang bergantung kepada proses pena’akulan induksi dan deduksi. Prosedur sains seperti eksperimentasi, pemerhatian atau pencerapan dan membuat hipotesis adalah merupakan elemen-elemen dalam pengkaedahan khas untuk mendapatkan kenyataan yang boleh dipercayai terhadap alam semula jadi. Sains juga boleh dilihat dari “aspek vokasional” iaitu ahli-ahli sains menjalankan penyelidikan melalui kebolehan, minat dan kreativiti mereka. Sebagai rumusan, sains menerangkan banyak perkara. Ia adalah hasil penyelidikan yang mempunyai kaedah tertentu, satu pengetahuan tersusun, satu alat menyelesaikan masalah, satu institusi sosial, memerlukan sumber bahan, satu sumber kebudayaan yang perlu diurus dan merupakan satu faktor utama dalam pembinaan masyarakat.

Seperti sains, teknologi juga boleh ditakrifkan dalam pelbagai definisi. Gardner et al. (1990) mendefinisikan teknologi sebagai alat atau proses-proses pembinaan yang menuju ke arah pembentukan alat tersebut. Walaupun sains dan teknologi melibatkan kajian yang rasional tetapi kedua-duanya berbeza dari segi matlamat dan hasil yang diwujudkan. Sains bertujuan untuk membuat pengitlakan idea dan kefahaman terhadap fenomena alam semula jadi manakala teknologi pula menggunakan idea-idea tersebut bagi menghasilkan alat untuk menyelesaikan masalah. Malcolm dan Stephens (1984) mendefinisikan teknologi sebagai ‘prosedur pemikiran dan pelaksanaan yang bercirikan perkembangan teknologi dan juga segala produk yang dihasilkan; Scriven (1985) merujuk teknologi sebagai ‘keseluruhan pengetahuan dan kemahiran yang terlibat dalam pembuatan, penyenggaraan dan pengubahsuaian alat dan juga semua alat-alat tersebut’. Umumnya definisi teknologi merangkumi kedua-dua proses dan produk.

Perkembangan sains dan teknologi adalah saling melengkapi. Dalam sains yang berasaskan teknologi, kita melihat bagaimana penemuan teknologi telah membantu perkembangan pengetahuan sains. Sebagai contoh ciri-ciri elektron telah dapat dikaji dengan lebih terperinci

PENDIDIKAN SAINS, TEKNOLOGI DAN MASYARAKAT

apabila teknologi dapat menghasilkan kelalang vakum yang tahan terhadap tekanan tinggi dicipta. Sebaliknya dalam teknologi yang berasaskan sains, teknologi tersebut wujud hanya apabila pengetahuan atau prinsip sains yang ditemui dapat diaplikasikan dalam pembuatan teknologi tersebut. Sebagai contoh ahli teknologi William Shockley dapat mencipta transistor hanya apabila prinsip sains tentang simpang p-n dapat difahami dengan jelas oleh ahli-ahli sains.

Pada masa sekarang sains terus berkembang seiring dengan perkembangan teknologi. Perkembangan sains dan teknologi semakin mempengaruhi kehidupan manusia. Masyarakat banyak bergantung kepada penggunaan alat-alat teknologi yang menggunakan prinsip-prinsip sains. Disamping itu kefahaman masyarakat umum terhadap prinsip-prinsip sains adalah sangat penting dalam menjaga kesihatan dan alam sekitar, menyelesaikan masalah dalam atau dengan menggunakan alat teknologi dan dalam memberikan kesedaran tentang kebaikan dan keburukan sains dalam kehidupan.

Pemahaman tentang konsep sains atau/dan teknologi adalah amat penting sebelum seseorang dapat memahami konsep pendidikan STM. Perbezaan antara ciri saintis dan ahli teknologi dapat menolong guru-guru sains dan pelajar memahami tentang peranan-peranan yang dimainkan oleh kedua-dua kumpulan manusia ini. Ciri-ciri perbezaan tersebut seperti yang dinyatakan di bawah:-

Saintis	Ahli Teknologi
Berminat menganalisa alam semula jadi bagi memahami dan membuat penjelasan	Berminat membuat sintesis untuk mewujudkan sesuatu yang baru
Berminat dengan alam semula jadi	Berminat dengan rekaan
Saintis	Ahli Teknologi
Berfikiran analitik (pada dasarnya)	Berfikiran holistik(pada dasarnya)
Berminat dalam membuat pengitlakan pengetahuan dengan mencipta konsep, hukum dan situasi unggul.	Berminat dengan pengetahuan yang spesifik yang ada kaitan dengan konteks yang spesifik dan memberikan perincian tentang masalah yang spesifik
Mengetahui dengan tujuan ingin tahu tentang alam semula jadi	Mindanya sentiasa memikirkan keperluan manusia dan peluang
Prihatin terhadap “penemuan” dan “pendedahan” alam semula jadi.	Prihatin tentang “ rekabentuk” dan “ciptaan”

Objektif Pendidikan STM

Selaras dengan matlamat untuk menghasilkan saintis, ahli teknologi dan warganegara yang literat sains dan teknologi, objektif Pendidikan STM adalah banyak dan pelbagai. Sebahagian daripada objektif Pendidikan STM disenaraikan seperti di bawah:-

- i. Menghasilkan manusia yang boleh membuat keputusan bijaksana.
- ii. Warganegara yang berkeupayaan.
- iii. Menghasilkan saintis dan jurutera yang mempunyai sikap kemanusiaan.
- iv. Menghasilkan warganegara yang literat dalam sains dan teknologi.
- v. Memberi kesedaran tentang had-had dan batasan sains dan teknologi dalam menyelesaikan masalah masyarakat.
- vi. Meningkatkan pemahaman tentang peranan sains dalam pembangunan masyarakat.
- vii. Meningkatkan kesedaran tentang implikasi kemanusiaan dalam sains.
- viii. Membentuk pemahaman yang kritikal tentang masalah-masalah sosial yang berkaitan dengan sains.
- ix. Meningkatkan pemahaman tentang perkembangan kemahiran dan pengkaedahan yang diamalkan oleh saintis.
- x. Asimilasi pengetahuan sains seperti idea-idea asas dan amalan praktik sikap-sikap keterbukaan dalam sains dan pemahaman tentang ketidakmutlakan pengetahuan sains.
- xi. Membina sikap, minat, nilai, penghargaan dan penyesuaian diri seperti yang ditunjukkan oleh saintis dalam menjalankan tugas.
- xii. Menimbulkan minat pelajar tentang interaksi di antara sains, teknologi dan masyarakat
- xiii. Membina kesedaran tentang kebaikan dan keburukan sains dan teknologi dalam masyarakat.
- xiv. Membina kesedaran tentang industri dan sumbangannya kepada ekonomi serta peranan dan cara ia beroperasi bagi menyumbang kepada kekayaan negara.
- xv. Menjelaskan keperluan bagi memberi pertimbangan tentang impak aktiviti teknologikal terhadap alam sekitar dan keperluan untuk mengurangkan pencemaran.
- xvi. Membina kesedaran tentang keperluan menggunakan sumber alam semula jadi dengan baik.
- xvii. Menjelaskan bahawa sains bukan satu bidang inkuiri yang terasing tetapi berinteraksi dengan disiplin ilmu yang lain seperti geografi, ekonomi dan sejarah.
- xviii. Menggalakkan pelajar berbincang berasaskan kepada fakta disamping mendengar serta menilai pandangan orang lain.

PENDIDIKAN SAINS, TEKNOLOGI DAN MASYARAKAT

Objektif yang disenaraikan dari vi hingga xi adalah merupakan objektif yang disenaraikan dalam Program Pengajian Pendidikan Sekolah Tinggi Alberta 1990 dan objektif yang disenaraikan dari xii- xviii adalah merupakan matlamat Projek SaTiS di Britain.

Dalam konteks Malaysia Kurikulum Sains KBSM merupakan satu kurikulum yang mempunyai objektif-objektif STM seperti pembentukan sikap dan nilai-nilai murni selain daripada penekanan kepada pengetahuan dan konsep sains. Namun demikian kurikulum tersebut hanya bertujuan untuk meningkatkan tahap literasi sains di kalangan warganegara dan tidak bertujuan untuk menghasilkan saintis dan ahli teknologi. Aikenhead (1990), yang mengkaji tentang kurikulum sains yang mengandungi unsur-unsur STM di beberapa buah negara maju telah mengkategorikan kurikulum tersebut kepada lapan kategori. Kurikulum sains KBSM adalah selaras dengan kategori pertama iaitu “Kandungan STM untuk Motivasi” di mana unsur-unsur STM seperti kesan penyalahgunaan dadah atau tanggungjawab kepada alam sekitar diajar tetapi sedikit sahaja atau tidak diuji langsung dalam peperiksaan.

Kandungan Kurikulum STM

Oleh kerana STM adalah satu bidang yang luas maka pemilihan kandungan pengetahuan bagi kurikulum STM merupakan satu isu yang subjektif dan mungkin berbeza daripada satu program dengan program yang lain. Namun demikian kandungan STM perlu selaras dengan matlamat dan objektif yang hendak dicapai. Ini bertujuan bagi mengelakkan terdapat kandungan-kandungan yang mungkin tidak relevan dalam mencapai matlamat dan objektif. Bagi tujuan perbincangan, Model Kurikulum STM dari Alberta Curriculum Support berjudul, “STS Science Education: Unifying the Goals of Science Education, digunakan (Alberta Education Curriculum Support, 1990).

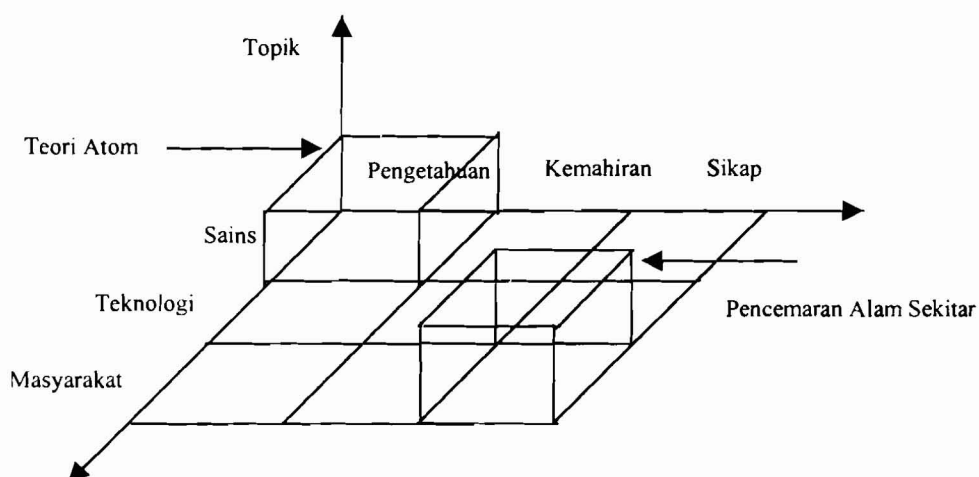
Dalam Model ini, “sains” tidak terhad kepada hanya pengetahuan saintifik (i.e konsep, teori, hukum) tetapi diperluaskan kepada kemahiran saintifik, sikap saintifik dan ciri-ciri sains sebagai *Pembelajaran yang Perlu*, yang membentuk satu paksi mendatar (Rajah 1). Paksi serenjang mendatar yang satu lagi menunjukkan *Penekanan Kurikulum* bagi tiga komponen iaitu sains, teknologi dan masyarakat. Jika model tiga dimensi diperlukan paksi serenjang yang ketiga boleh mewakili *Topik-Topik* yang diajar. (Rajah 2)

PENDIDIKAN SAINS, TEKNOLOGI DAN MASYARAKAT

Pembelajaran yang Perlu

		Pengetahuan	Kemahiran	Sikap
Penekanan Kurikulum	Sains			
	Teknologi			
	Masyarakat			

Rajah 1: Model Kurikulum STM



Rajah 2: Model Kurikulum STM (3 dimensi)

Sebagai contoh bagi tajuk Teori Atom, maka penekanan kepada Pengetahuan Sains adalah dititikberatkan (Rajah 2). Seterusnya tajuk bagi pencemaran alam sekitar, penekanan kepada sikap masyarakat perlu dititikberatkan.

Penekanan Kurikulum

Penekanan kurikulum adalah pembelajaran yang perlu disampaikan secara tersurat atau tersirat yang mengiringi tajuk-tajuk sains yang diajar (Seth, 1997; Robert, 1986).

- a. Penekanan Kurikulum bagi komponen-komponen Sains adalah seperti berikut:-
 - i. *Pengetahuan saintifik* - merangkumi konsep, teori, hukum dan lain-lain yang membentuk pengetahuan sains.
 - ii. *Kemahiran saintifik*- kemahiran proses sains dan kemahiran manipulatif.
 - iii. *Sikap saintifik* - dipupuk secara tersirat semasa melakukan kajian dan eksperimen.
 - iv. *Penyelesaian masalah secara saintifik*- proses kognitif yang berlaku semasa melakukan kajian atau penyelidikan.
 - v. *Ciri-ciri sains* - pengkaedahan sains yang melibatkan proses induksi dan deduksi bagi menghasilkan pengetahuan sains melalui kajian atau penyelidikan serta kekangan dan batasan pengetahuan sains sebagai ilmu yang diterokai oleh manusia.
- b. Penekanan Kurikulum bagi komponen-komponen Teknologi
 - i. *Pengetahuan teknologikal*- kefahaman tentang hubungan antara sains dan teknologi dan mengapa hubungan tersebut penting; kesedaran bahawa teknologi dihasilkan atas keperluan sosial. Memahami bahawa teknologi adalah satu aktiviti kompleks yang melibatkan ciptaan, kejuruteraan, sains, matematik, ekonomi dan sistem nilai. Seterusnya memahami tentang faedah, risiko dan kos serta kesan sampingan dalam penggunaan teknologi.
 - ii. *Kemahiran teknologikal*- kemahiran yang perlu dalam menggunakan teknologi dan merangkumi kemahiran proses sains dan manipulatif.
 - iii. *Penyelesaian masalah dan rekabentuk teknologikal*- memahami langkah-langkah yang terlibat dalam menyelesaikan masalah dengan penggunaan teknologi. Langkah-langkah tersebut ialah memahami masalah, membuat perancangan dan rekabentuk, melaksanakan perancangan dan menilai pencapaian oleh setiap proses.
 - iv. *Sikap teknologikal*- merangkumi ketabahan dalam menghadapi kegagalan, yakin dalam kebolehan sendiri, berfikir kritikal dan sentiasa kreatif dengan mencuba pelbagai kaedah dan alternatif dalam menyelesaikan masalah.
 - v. *Teknologi dalam sains*- ciptaan teknologi telah membolehkan sains berkembang seperti dalam perubatan di mana teknologi pancaran-x dan stetoskop telah membolehkan pakar perubatan memahami lebih terperinci tentang sains tubuh badan.

PENDIDIKAN SAINS, TEKNOLOGI DAN MASYARAKAT

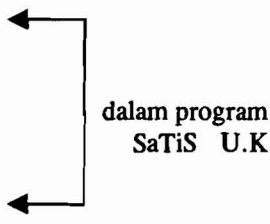
- vi. *Teknologi dalam masyarakat*- teknologi mempunyai impak terhadap masyarakat terutama dalam membentuk kehidupan masyarakat.
- vii. *Ciri-ciri teknologi*- memahami asal usul teknologi dan batasan serta kekangan teknologi dalam menyelesaikan masalah.

c. Penekanan Kurikulum bagi komponen-komponen kemasyarakatan

- i. *Pengetahuan kemasyarakatan*- merangkumi konsep bermasyarakat seperti budaya, etika, moral dan peradaban dan norma yang diterimapakai oleh masyarakat.
- ii. *Kemahiran kemasyarakatan*- kebolehan menggunakan kemahiran saintifik dan teknologikal serta kemahiran berfikir bagi membuat keputusan bijaksana dalam situasi kehidupan masyarakat.
- iii. *Sikap kemasyarakatan*- merangkumi toleransi, iltizam bagi memahami masalah, menghormati perspektif alternatif.
- iv. *Keupayaan membuat keputusan dalam masyarakat*- yakin dalam membuat keputusan, prihatin kepada keperluan membuat keputusan bijaksana dan akhirnya memahami tentang peranan dan kekangan sains dan teknologi dalam menyelesaikan masalah STM.
- v. *Sains dalam masyarakat*- kedudukan sains dan teknologi dalam masyarakat serta sokongan dan peruntukan yang perlu diberikan bagi menentukan perkembangannya dalam masyarakat.

Beberapa strategi Pengajaran Pendidikan STM

Selaras dengan tujuan mengwujudkan satu kurikulum sains dan teknologi yang menyeronokkan, strategi pengajaran STM adalah pelbagai. Disenaraikan beberapa strategi pengajaran bagi kurikulum STM.

- i. "There isn't always a right answer"
 - ii. Perbincangan
 - iii. Kerja kumpulan
 - iv. Main Peranan
 - v. Aktiviti penyelesaian masalah
 - vi. Aktiviti membaca
 - vii. Kerja analisis dalam SaTiS
 - viii. Pemikiran divergen
 - ix. Simulasi dan Permainan
 - x. Latihan membuat keputusan
 - xi. Debat (Isu kontroversial)
 - xii. Menggunakan media dan sumber-sumber dalam masyarakat
- 
- dalam program
SaTiS U.K

PENDIDIKAN SAINS, TEKNOLOGI DAN MASYARAKAT

Beberapa projek STM di negara maju

Disamping itu terdapat beberapa projek STM yang dijalankan di Amerika Syarikat, Kanada dan United Kingdom yang bertujuan menghasilkan saintis, ahli teknologi dan warga negara yang literat sains dan teknologi seperti berikut:

- i. SISCON - Science in Social Context (U.K)
- ii. ChemCom - Chemistry in the Community (American Chemical Society)
- iii. SaTiS - Science Technology in Society (Association for Science Education-United Kingdom)
- iv. NASTS- National Association of Science, Technology and Society (United States).
- v. LoRST - Logical Reasoning in Science and Technology (University of Saskatchewan, Canada)
- vi. STS-RN - Science and Technology Research Network (An International Association)
- viii. DISS - Discussion of Issues in School Science (United Kingdom).

KESIMPULAN

Pendidikan Sains mempunyai dwi-fungsi. Pertamanya sains diajar untuk menyediakan pelajar-pelajar untuk meneruskan pengajian mereka ke peringkat tinggi dalam bidang-bidang sains dan teknologi seperti kejuruteraan, bidang perubatan dan penyelidikan. Keduanya sains diajar untuk menyediakan ahli-ahli masyarakat yang literat dalam sains untuk faedah individu, sosial dan masyarakat. Usaha bagi mencapai matlamat yang pertama biasanya akan mengurangkan usaha bagi mencapai matlamat kedua dan sebaliknya. Walau pun demikian kurangnya pelajar-pelajar untuk mencebur diri bagi memenuhi fungsi pertama sains adalah satu masalah sejagat. Bagi negara sedang membangun hal tersebut mungkin kritikal. Di Malaysia hasrat negara untuk mencapai nisbah 60: 40 bagi sains dan sastera tidak pernah dicapai bahkan trennya selalu menurun (Lee et.al, 1996).

Kurikulum pendidikan STM dilihat sebagai usaha awal bagi memenuhi dua fungsi pendidikan sains iaitu bagi menyediakan bukan sahaja warganegara yang literat dalam sains dan teknologi, tetapi menghasilkan saintis dan ahli teknologi yang mempunyai sifat kemanusiaan melalui satu kurikulum sains yang menyeronokkan. Namun demikian masih banyak masalah dan isu kurikulum yang perlu dikaji. Pendidikan STM adalah satu-satunya usaha bagi menyahut seruan reformasi sains 1980an yang bertemakan "Sains untuk Semua".

PENDIDIKAN SAINS, TEKNOLOGI DAN MASYARAKAT

RUJUKAN

- Alberta Education Curriculum Support (1990): Monograph on STS Science Education: *Unifying the Goals of Science education*. Curriculum Support Branch Alberta Education.
- Aikenhead, G dan Solomon, J (1994) *STS Education: International Perspectives on Reform*. New York. & London: Teachers' College Press.
- Aikenhead G (1990) Consequences to Learning Science Through STS: A Research Perspective. Kertas Kerja dibentangkan dalam Kursus: " Science, Technology and Society" anjuran The British Council di Jabatan Pengajian Pendidikan, Oxford University, pada 10-20 Septemeber.
- Cowie, A.P et.al (1989) *Oxford Advanced Learner's Dictionary. Edisi Ke Empat*, Oxford London: University Press.
- Fensham , P.J (1990) What Will Science Education Do About Technology. *The Australian Science Teachers' Journal*, 36(3), 9-21.
- Gardner, P.L., Penna, C., dan Brass, K.(1990) Technology and Science: Meaning and Educational Implications. *The Australian Science Teachers Journal*, 36(3), 23-27.
- Holman, J. (1986) *Science and Technology in Society, General Guide for Teachers*. Hatfield, Herts: Association for Science Education, U.K.
- Lee, Molly N.N. et al (1996) *A Monograf on Students'Orientation Towards Science and Mathematics: Why are enrolments falling?* USM Penang: School of Educational Studies.
- Malcolm, C dan Stephens, M (1984). Dalam Gardner, P.L. Penna, C. dan Brass, K.(1990): Technology and Science: Meaning and Educational Implications. *The Australian Science Teachers Journal*, 36(3), 23-27.
- Robert D.A (1983) *Scientific Literacy: Towards Balance in Setting Goals for School Science Program*. Kertas perbincangan. Guidance Centre: University of Toronto.
- Scriven, M .(1985). Dalam Gardner, P.L. Penna, C. dan Brass, K.(1990): Technology and Science: Meaning and Educational Implications. *The Australian Science Teachers Journal*, 36(.3), 23-27.

PENDIDIKAN SAINS, TEKNOLOGI DAN MASYARAKAT

Seth Sulaiman (1997) Penekanan Kurikulum dan Pengajaran Sains di Sekolah. Kertas Kerja dibentangkan dalam Seminar Kebangsaan Pendidikan Sains dan Matematik, UTM pada 12-13 September 1997.

Ziman, J (1984) *An Introduction to Science Study- The philosophical and social aspects of science and Technology*. London: Cambridge University Press.